

# **SEMICONDUCTOR LASER CONNECTION DEVICE AND ITS OUTER SUBSTRATE MOUNTING METHOD**

Veröffentlichungsnummer JP2000091689 (A)

Veröffentlichungsdatum: 2000-03-31

Erfinder: SHIMAOKA MAKOTO; ISHIKAWA TADAAKI; FUKUDA KAZUYUKI; KUROGUCHI KATSUMI +

Anmelder: HITACHI LTD +

Klassifikation:

- Internationale: H01L31/0232; G02B6/42; H01S5/00; H01S5/02; H01S5/022; H01L31/0232; G02B6/42; H01S5/00; (IPC-7): H01S5/022; G02B6/42; H01L31/0232

- Europäische: G02B6/42C

Anmeldenummer: JP19980262711 19980917

Prioritätsnummer(n): JP19980262711 19980917

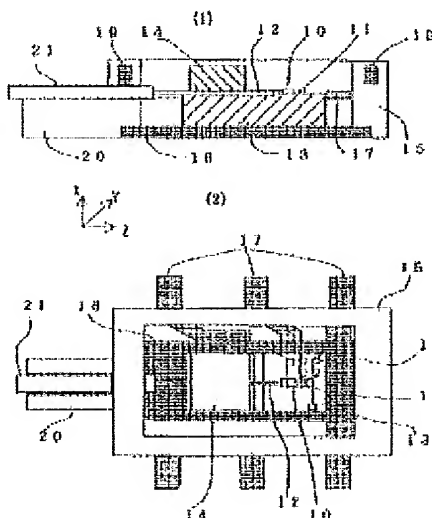
Auch veröffentlicht als

JP3684305 (B2)

US6332720 (B1)

Zusammenfassung von JP 2000091689 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a highly precise semiconductor laser connection device with long life by storing a semiconductor laser element and a light-receiving element in a case which is mainly composed of resin and inserting reinforcing members into the base of the case and an opening part. **SOLUTION:** A semiconductor laser element 10 and a semiconductor light-receiving element 11 are connected on an Si substrate 13 and an optical fiber is placed along the groove of the Si substrate. It is adjusted so that a distance with the semiconductor laser element 10 becomes parallel to an optical axis and a supporting plate 14 is overlapped from above the optical fiber 12. They are jointed by using adhesive. Then the Si substrate 13 with optical fiber 12 is stored in a case 15 and it is jointed to the center of a case base 16. The basic structure of the case 15 which is mainly composed of resin is constituted in such a way that a plate 16 whose size is almost 80% of the base is inserted into the case base as the reinforcing member having heat radiation property, a rectangular frame 19 is inserted into the vicinity of a case upper face as the reinforcing member and resin is injected.



Daten sind von der **espacenet** Datenbank verfügbar — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-91689  
(P2000-91689A)

(43)公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	機別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 3/18	6 1 2 2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	5 F 0 7 3
H 0 1 L 31/0232		H 0 1 L 31/02	C 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-262711

(22)出願日 平成10年9月17日(1998.9.17)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 嶋岡 誠

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 石川 忠明

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

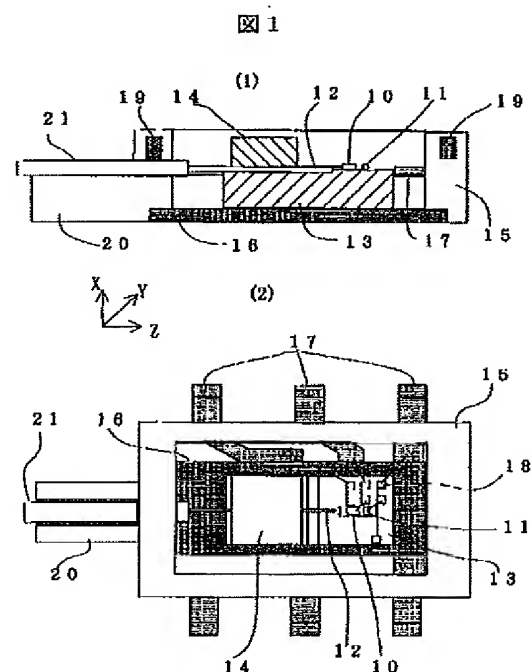
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザー結合装置及びその外部基板実装方法

(57)【要約】

【課題】半導体レーザーとファイバとを光結合し、-40～85℃の広い温度環境で光結合変動が生じないこと、半導体レーザーの温度上昇をできるだけ抑える低コストモジュール構造とする。具体的には、プラスチックケースに光結合系を収納すると、ケース変形で光結合が変動すること、熱抵抗が増大することがある。

【解決手段】ケース開口部付近に補強用のフレーム挿入し、ケース及び基板のそりを抑える構造とし、さらに、外部のアルミナ基板実装で変形を抑える。すなわち、結合安定性をケースを工夫してとることと外部基板に積装することで良くする。また、熱抵抗についても同様にフレームと外部アルミナ基板で抑える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザ素子又は半導体受光素子と半導体レーザ素子あるいは半導体受光素子と光結合するように設けた光ファイバと、前記半導体レーザ素子又は前記半導体受光素子及び前記光ファイバを実装する基板と、前記基板を収納するケースからなる半導体レーザ結合装置において、

前記ケースは、上方に開口部を持つ略角型形状であり、前記ケース底面に放熱部材を、前記ケース開口部近傍に補強部材を配置した構成としたことを特徴とする半導体レーザ結合装置。

【請求項2】請求項1において、前記放熱部材が金属あるいはセラミックで形成され、前記補強部材が金属で形成され、ケースを構成する主材として、樹脂、セラミックス、樹脂と金属粉あるいはセラミックスとの混合物であり、前記放熱部材及び補強部材とを所定位置に配置後主材を注入充填してケースを構成したことを特徴とする半導体レーザ結合装置。

【請求項3】請求項2において、前記放熱部材及び補強部材を金属リードフレームの単一の材質で、3次元形状の連続体となるように加工成形したものに、前記主材を注入充填してケースを構成したことを特徴とする半導体レーザ結合装置。

【請求項4】半導体レーザ素子又は半導体受光素子と半導体レーザ素子あるいは半導体受光素子と光結合するように設けた光ファイバと、半導体レーザ素子又は半導体受光素子及び光ファイバを実装する基板と、前記基板を収納するケースからなる半導体レーザ結合装置において、前記基板、及び半導体レーザ素子又は半導体受光素子の所定位置に位置合わせ用マーカを設け、前記マーカを一致させて両者を接合し、次に、半導体レーザ素子の発光端又は受光素子の受光端と光ファイバの端部が合う位置で光ファイバを固定し、前記半導体レーザ素子又は受光素子とファイバとが固定された前記基板をケース内に収納し、素子と外部入力端子とを電気配線後、PGA、DIP、SOP端子を設けた外部回路基板上に半導体レーザ結合装置を駆動制御するIC、抵抗体、コンデンサからなる電気部品でハイブリッド回路を構成、配線した後、上記半導体レーザ結合装置を配置固定したモジュール構成とすることを特徴とする半導体レーザ結合装置の外部基板実装方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバを介して光の入出力を行う半導体レーザ結合装置に係り、特に受発光素子、光ファイバを基板に位置合わせ及び接合しケース内に収納して、外部に光出力するに好適な半導体レーザ結合装置及びその外部基板実装方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子を収納するケースは、たとえば公開平9-152527号公報に記載のものがある。すなわち、光素子と、光ファイバが搭載された基板と、光ファイバを押さえるためのキャップと、光ファイバが挿入されたマイクロキャピラリと、マイクロキャピラリに挿入・固定されるコネクタ付き光ファイバを備え、マイクロキャピラリと同等の長さを有する光ファイバをマイクロキャピラリの先端から突出させた状態で挿入し、突出した光ファイバを基板のV溝上に配置させ、キャップで固定することにより光素子と光結合させて成るもので、さらには光素子と光ファイバは、樹脂モールドによりパッケージングされるものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術の光モジュールでは、光モジュールの光結合を安定して行う構成部分、すなわち、光モジュールの構成材である基板、ファイバ、マイクロキャピラリ、樹脂がそれぞれ異種類の材料であり、これらを積層して構成している。このため、光モジュールが温度変化を受けると、熱的ストレスが発生する。すなわち材料によって膨張・収縮量に違いがあり、その結果光モジュールに曲げ変形を生じる。この曲げ変形により、光素子とファイバとの光結合に光軸ずれを起こすことについて何ら考慮していない。

【0004】また、光素子に電流通電して光発振させると同時に熱が発生するが、ケースの構造、材質によっては、特に、樹脂ケースを使った場合、樹脂自身の熱伝導性が悪く、熱が放散されるまでに時間がかかり、その結果、半導体レーザの温度上昇し、光出力低下、経時時間と共に光出力変動すること、発振波長の変動を起こすなどの問題がある。

【0005】本発明の目的は、上記問題点を解決し、高精度で、高寿命の半導体レーザ結合装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、半導体レーザ素子と光ファイバとを光学的に結合し、半導体レーザ素子の光をモニタする受光素子を設け、これら素子を樹脂を主成分とするケースからなる容器に収納し、前記ケースの底部及び開口部に樹脂より強度が高く拘束力を持つ補強部材を挿入し、前記ケース内に上記素子を収納することにより達成される。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図1～3により説明する。図1(1)はケースに収納した半導体レーザ結合装置を説明する縦断面図、図1(2)は平面図、図2は、図1で使用するケースの内部を透視した斜視図である。

【0008】図1(1)に示すように、外部電極からの電気信号により、半導体レーザ素子10を発光させ、その光を光ファイバ12内に入射し半導体レーザ結合装置の

外に出力する、いわゆる半導体発光装置を示している。この発光装置とは逆に光ファイバ12からの光を半導体受光素子で受けるように、半導体レーザ素子10の位置に半導体受光素子11を搭載した半導体受光装置も同様の構成である。これらを総称して半導体レーザ結合装置として以下説明する。

【0009】半導体レーザ素子10と半導体受光素子11はSi単結晶(結晶面(100))からなる基板に、Au-Snなどはんだを使って接合している。半導体レーザ素子10は、素子の左右端面から発光する端面発光素子である(図1(1)のZ方向)。通常の半導体レーザ素子10の発光は、30~40°の放射角をもって発振するが、光ファイバ12との光結合効率を高くするためには、光ファイバ12の光入射角に近いことが望ましい。具体的には、半導体レーザ素子10の放射角が10~15°となるように、半導体レーザ素子10内の発光部にモード拡大構造を作り込んでいる。

【0010】使用する光ファイバ12は、単一モードファイバ(外径125 $\mu\text{m}$ )であり、光ファイバ12内で光を伝送するコア(外径7 $\mu\text{m}$ )に効率よく光入射するためには、半導体レーザ素子の発光端とファイバ端との相対位置が合っていることが重要である(図1(1)のX、Y方向)。半導体レーザ素子10の発光端と光ファイバ12の端部との相対ずれが1dB生じる時の位置ずれ量は、光軸と直角方向(X、Y方向)で約2 $\mu\text{m}$ である。そのため、信頼性の高い半導体レーザ結合装置とするためには、光ファイバ12及び半導体レーザ素子10の夫々を一定の位置に正確に固定することが必要である。そこで、半導体レーザ素子10を精度良く固定するため、Si基板の中央部付近に金属メタライズ膜とマーカを形成し、Si基板13上のマーカと半導体レーザ素子10に設けたマーカとが一致するようにパッシブアライメント法で位置合わせした後、両者をはんだ付けした。半導体受光素子11の場合についても同様の接合固定を行っている。

【0011】一方、光ファイバ12は、安定して固定できるようにSi基板13上で上記方法で接合した半導体レーザ素子10の発光点位置から発光方向に向かって(図中Z方向)、形成されたV溝上に固定した。V溝はSi基板13の上面に対し70.6°の角度を持ち、異方性エッチングを用いて $\pm 0.5\mu\text{m}$ 以上の高い精度で形成できる。V溝に沿って光ファイバ12を固定することにより、光ファイバのSi基板13上でのずれを防ぎ、位置決めができる。

【0012】光ファイバのSi基板13上への固定には、基板上のV溝だけでなく、押え板14あるいはその形状を適正にすることで安定に固定できる。押え板14の光ファイバと接する部分にもV溝があることが好ましく、V形状の他にUあるいは角型形状でも良い。押え板14とSi基板13との接合ギャップは5~8 $\mu\text{m}$ 程度の間

隔が適している。ギャップはこれに限定されるものではなく、5 $\mu\text{m}$ 以下でもよい。押え板14の材質としては、Si基板13と同じSi単結晶が適している。

【0013】組立順序は、予めSi基板13上の所定位置に金属メタライズ膜とマーカを形成し、その後にV溝を異方性エッチングを使って作成しておく。このSi基板13上に、半導体レーザ素子10と半導体受光素子11を接合後、光ファイバをSi基板の溝に沿うように置き、光軸に平行方向で半導体レーザ素子10との距離が最適となるように調整後、光ファイバ12の上方から押え板14を重ね、接着剤を使って接合する。この後に、光ファイバ12付きSi基板13をケース15内に収納し、ケース底面16の中央部に接合する。ケース15の側壁にはファイバ12を通す貫通穴及び保護固定するU形状のファイバガイド20が設けてあり、この穴から光ファイバを外部に取り出し固定する。

【0014】使用するファイバ12は、外力から保護するナイロン製の被覆21が基本的にコートされており、Si基板13への実装時、位置精度と確実な固定を得るため被覆21を除去して使用する。ケース底面16には熱伝導性の良い板が組み込まれている。

【0015】ケース15に組み込み後、外部電極端子17とSi基板13上の電極18とを電気接続する。外部電極端子17のケース底面16からの高さは、図1(1)に示すように、Si基板13の上面とほぼ同等に位置するようにケース側壁に設ける。次に、半導体レーザ素子10、半導体受光素子11上にゴミ、湿気等の環境から保護する樹脂をポッティングして組立てが完了する。

【0016】次に、ケース15の内部構造の一実施例を、図2の透視図、図3の部品図を使って説明する。

【0017】本実施例のケース15の基本構造は、ケース底面に底面のほぼ80%近くの大きさの板16を放熱性を有する補強部材として挿入し、ケース上面近傍に補強部材として角型のフレーム19を挿入し樹脂注入して構成している。この他に、外部との電気接続を行う外部電極端子17が、ケース上面と底面の中間部分に設けてある。外部電極端子17と角型のフレーム19のケース15における高さ位置の関係は、(図1(1)に示すように)少なくとも外部電極端子17より上で、ケース上面に近い部分に角型のフレーム19が配置されることが適している。

【0018】ケース15の主な構成材は樹脂であり、板16はその周囲が樹脂で固定され、角型のフレーム19は樹脂内に埋め込まれている。樹脂としては、エポキシ、PBS(ポリブチルスチレン)、液晶ポリマなどの樹脂あるいはこれら樹脂にフィラー(ガラス、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、石英、炭素粉、銅粉、アルミ粉、銀粉)を混合したもの、あるいはガラス繊維をいれたものが適しており、樹脂以外にセラミックスと銅粉、アルミ粉、銀粉等の金属粉とを混合したものでも同様の効果が得られる。

【0019】図3は、(a)フレーム19、(b)外部電極端子17、(c)ケース底面の板16のそれぞれの部品と、これを注入充填した後の(d)樹脂ケース15外観を示している。

【0020】(a)、(b)、(c)の各部品は別々のものでも、一体で部分的につながりをもっているも良い。ケース底面に挿入する板16としては、Sn入りCu(Cu-1.0Sn)、Fe入りCu(Cu-1.5Fe)、CuW(Cu-30W)などの金属フレームあるいはSiC、SiN、AlNなどのセラミックスが適している。フレーム19は、板16と同一材料で形成してもよい。また、板16とフレーム19は、一つの板材をエッチング加工あるいは塑性加工して3次元形状に形成して一体構造としても良い。フレーム19は、厳密に四角形である必要はなく、連続した角型に近い多角形でも良い。また、フレーム表面に多少の凹凸があると、さらに樹脂との機械的密着が得られて良い。

【0021】なお、補助部材であるフレーム19の断面形状の例を図4に示す。

【0022】図4に示すように、フレーム19の断面は(1)正方形、(2)円形、(3)台形形状あるいは(4)ケース上部に突出した形でも良い。

【0023】今、ケースの構造として、(1)ケース底部のみに金属板(Cu-1.0Sn)を入れた場合と、(2)ケース底部に金属板(Cu-1.0Sn)を入れ、さらに上部に角型のフレーム(Cu-1.0Sn)を入れた場合について、それぞれSi基板を挿入固定し、ケース全体を25℃から85℃まで温度上昇させた時のSi基板上での変形を実験により求めた。使用した樹脂は、PBS系で、Si基板の寸法は幅2×長さ4mmであり、4mmの方向の変形を測定した。

【0024】図5にケース変形量を測定した結果を示す。測定は、Si基板の幅2mmの中心を測った結果である。ケース(1)ではSi中央と端部で5μmの差が生じたのに対し、ケース(2)では0.2μmあるいはそれ以下の差しか生じないことがわかる。すなわち、フレーム19の無い基板は凸状に変形している。

【0025】ケース(1)、(2)で変形量に差が生じる原因は、金属板に比べて使用した樹脂の膨張係数が大きいため、温度上昇と共にケース底面は中心部が上に突き出すように、凸状に変形する。特に、ケース(1)では、ケース上部での膨張が大きくなり、大きな変形となって現れる。これに対し、ケース(2)ではケース上部に角型フレームが挿入されているため、本来の樹脂のみの膨張に比べ、フレームで樹脂膨張を拘束することになる。このため、ケース底部とケース上部の膨張量がほぼ同量となってケースをたわませることがないためである。

【0026】ケースにたわみがあると、ケース底面に接合固定されたSi基板の変形につながる。Si表面に接合されたファイバ12と半導体レーザ素子10は、Si基板13の長手方向にそれぞれ配列されている。このため、Si基板13が変形すると、ファイバ12の端面及び半導体

レーザ素子10の端面の角度がそれぞれ変化して光結合に影響を及ぼし、温度変化と共に光結合が変動することになる。従って、ケース(2)の場合、すなわちケースの底面と上面近傍に金属フレームを挿入した樹脂ケースとすると、例え、温度変化が生じて光結合の変動を起こさない。すなわち、広い温度範囲で安定した光出力を得られる半導体レーザ結合装置とすることができる。

【0027】ケースの温度変化した時の変形を抑える方法として、ケース上面開口部にふたを接着したり、ふたの端部を内側に折り曲げ開口部全体を覆ってしまう方法、あるいはふたにバネ力を持たせてケース開口部にはめこむ方法がある。しかし、ふた接着では接着部のはれや変形が容易に起こり長期の使用に耐えない問題があり、ケース開口部のはめこみでも長期使用でケース材の樹脂が降伏してバネ力低下してしまう問題がある。

【0028】本発明のように、フレーム19を樹脂内に埋め込むことにより接着する必要はなく、また、樹脂の降伏を起こすこともなく、ケース変形を拘束するため光結合変動を起こさない効果がある。

【0029】図6は、組立てた半導体レーザ結合装置100を外部回路基板200に実装した状態の断面図を示したものである。

【0030】この外部回路基板200には、半導体レーザ結合装置100を制御するIC210、回路を構成する抵抗体220等によりハイブリッド回路が構成されている。外部回路基板200はアルミナセラミックのボードであり、ボード内には多層配線が行われ、さらに外部ボード基板(図示せず)へ実装し易いようにPGA端子230を設けている。半導体レーザ結合装置100では、SOP信号端子を外部出力端子として用いており、ケース底面に熱伝導性グリースを塗布した後SOP端子をはんだ付けする。ケースの外部端子がSOP端子で、国際基準のピン配置としている。このため、外部回路への実装が容易であるという効果がある。

【0031】IC210の端子は、QFP(Quad Flat Package)であり、同様に平面実装する。外部回路基板200は、ハイブリッド回路実装あるいは半導体レーザ結合装置100等を表面実装した後、全体を覆うように金属カバー240を取り付け、外部回路基板200と金属カバー240とをはんだ250で接合固定する。固定する部分は外部回路基板200の全周を行う必要はなく、全周の1/2以上の接合で良い。

【0032】半導体レーザ結合装置100は、前述のように、ケース底面16には、Sn入りCu(Cu-1.0Sn)、Fe入りCu(Cu-1.5Fe)、CuW(Cu-30W)などの金属フレーム、あるいはSiC、SiN、AlNなどのセラミックスが組み込まれている。この面と外部回路基板200とを熱伝導性グリースで埋めることにより、半導体レーザ素子10の熱を速やかに放熱できる。

【0033】また、金属カバー240を接合したことに

より、このカバーにも放熱することができる。金属カバーの材質としては、黄銅(Cu-30Zn)あるいは銅(Cu)、SPCCが適している。金属カバー240の表面に凹凸のフィンを形成すると、さらに放熱効果を高めることができる。また、金属カバー240はハイブリッド回路の電気シールド効果がある。従って、半導体レーザー素子の温度上昇を起こすことが無く、安定した発振波長、光出力を得ることができる。外部回路基板200には、PGA端子230を設けているため国際基準のピン間隔であり、どのような外部ボード基板にも実装できる効果がある。

【0034】本実施例によれば、ファイバ、半導体レーザー素子、半導体受光素子を実装したSi基板を収納するケースを開口部近傍にフレームを、底面に熱伝導性板を挿入する構成としている。この構成にすると、モジュール全体が温度変化を受けても、Si基板が変形することがない。従って、半導体レーザー素子、ファイバ間あるいは半導体受光素子、ファイバ間の光結合に変動が発生せず、安定した光入出力、発振波長を得られる。また、ケース底面に熱伝導性板を挿入すると共に外部回路基板に実装し、外部回路基板全体を覆うカバーを設けることにより、外部温度が変化しても安定した光入出力、発振波長を得ることができる。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、環境変化に対してファイバと半導体レーザー素子あるいは半導体受光素子との光結合を変動無く、安定した出力を得られる効果がある。また、使用しているケースを安価で量産性の高いプラスチック構造とすることで半導体レーザー結合装置を低コストとする効果がある。

【0036】また、半導体レーザー素子あるいは半導体受光素子をケース収納後、樹脂ポッティング、金属カバー等を設けることにより、外部の外力あるいは大気中の湿気、ゴミの影響を受けることなく動作できる効果がある。さらには、半導体レーザー結合装置の外部回路に容易に実装できるように国際基準の出力端子を採用しており、外部ボードへの実装性が良い効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の半導体レーザー結合装置の縦断面図及び平面図。

【図2】本発明の一実施例のケースの内部を透視した斜視図。

【図3】本発明の一実施例のケースの部品図。

【図4】本発明の一実施例の他の実施例でケース一部の拡大図。

【図5】本発明の一実施例のSi基板表面の温度変化に伴う変形測定結果を示す図。

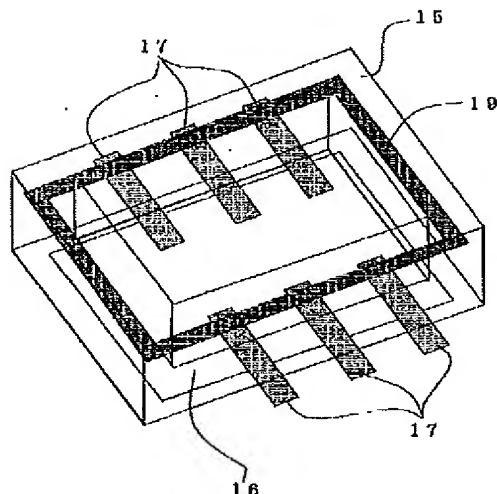
【図6】本発明の一実施例を外部回路基板に実装した状態を示す断面図。

【符号の説明】

10…半導体レーザー素子、11…半導体受光素子、12…光ファイバ、13…Si基板、14…抑え板、15…ケース、16…ケース底面、17…外部電極端子、18…電極、19…フレーム、20…ファイバガイド、21…ナイロン、100…半導体レーザー結合装置、200…外部回路基板、210…制御IC、220…抵抗体、230…PGA端子、240…金属カバー、250…はんだ接合。

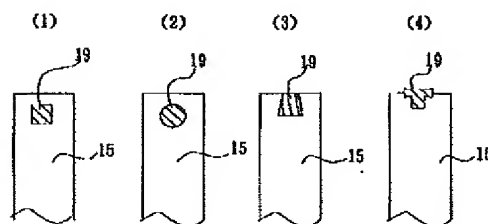
【図2】

図2

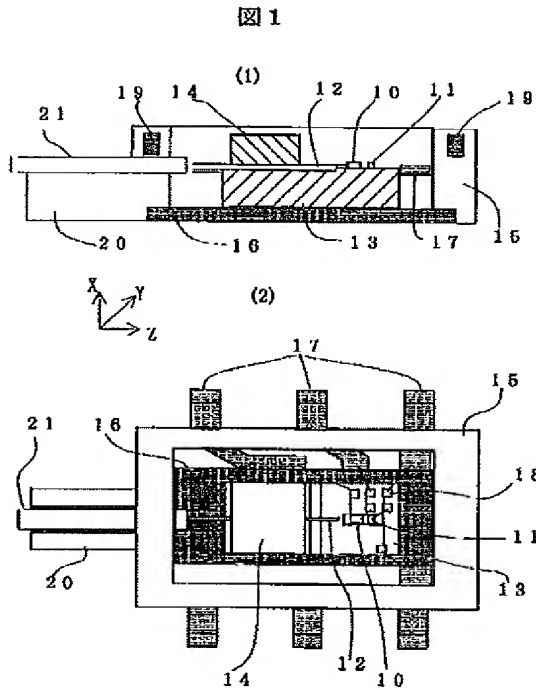


【図4】

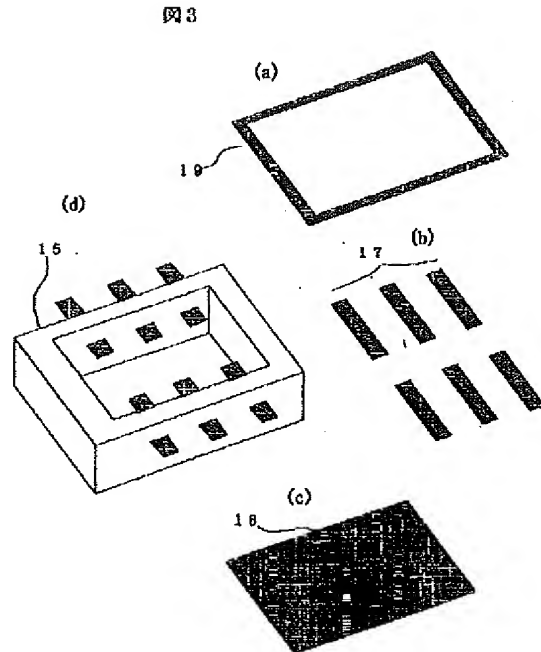
図4



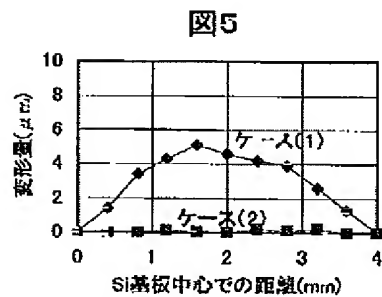
【図1】



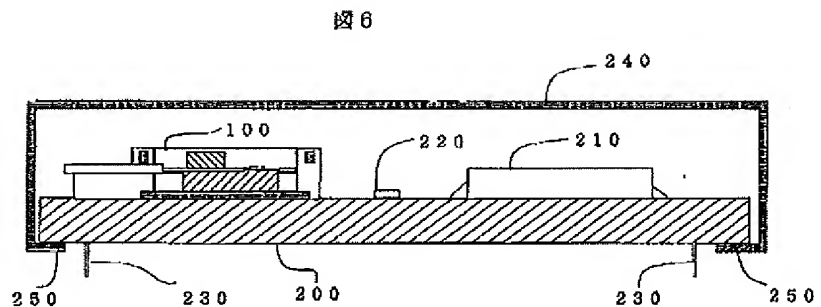
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 和之  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
(72)発明者 黒口 克己  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所情報通信事業部内

Fターム(参考) 2H037 BA04 BA11 DA03 DA04 DA35  
DA38  
5F073 AB28 FA15 FA02 FA07 FA13  
FA24 FA30  
5F088 AA01 BA10 EA09 EA20 JA03  
JA14 JA20